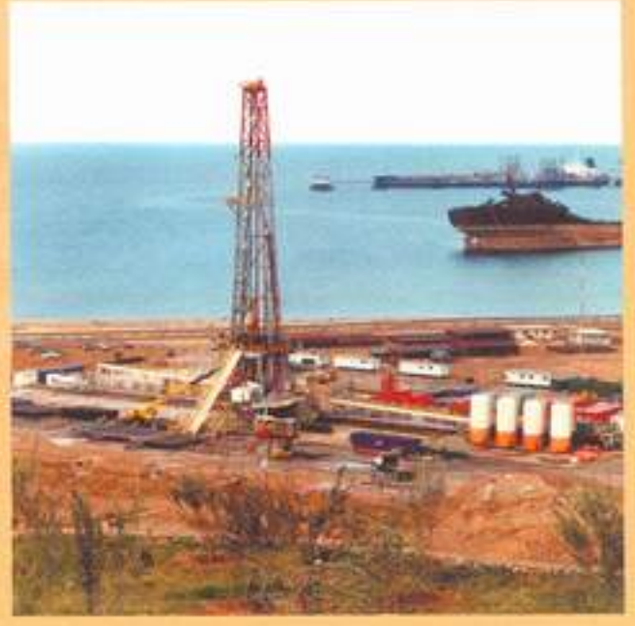
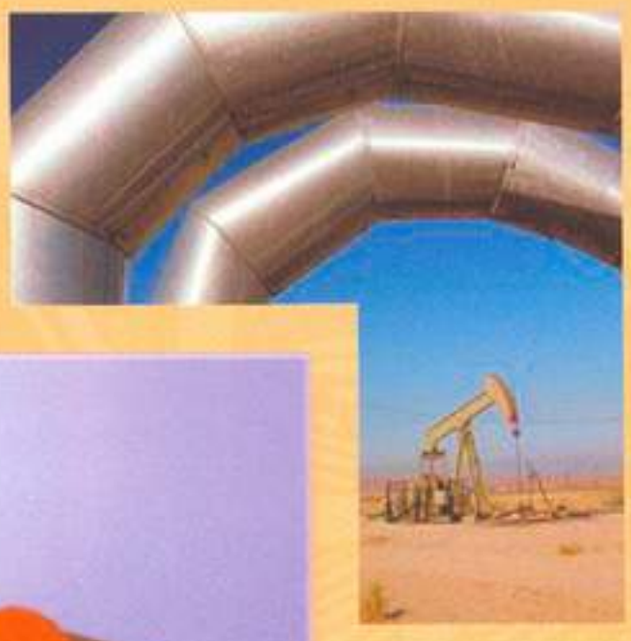
اویل ایندا‌ستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران





# آشنایی با چیلرهای جذبی

مدیریت پشتیبانی ساخت تجهیزات مکانیک، برق و ابزار دقیق

شرکت پشتیبانی

# ساخت و تهیه

کالای نفت تهران

# آشنایی با
# چیلرهای جذبی


۱ـ مقدمه ۵
۲ـ تاریخچه چیلرهای جذبی گازسوز ۵
۳ـ مزیت نسبی چیلرهای جذبی آمونیاکی
نسبت به سیستم‌های تراکمی ۶
۳ـ۱ـ سایز و ظرفیت دستگاه چیلر جذبی آمونیاکی ۶
۳ـ۲ـ کاهش مصرف انرژی الکتریکی ۶
۳ـ۳ـ جذب مصرف آب به عنوان عامل اصل ایجاد سرما ۶
۳ـ۴ـ جایگزینی مصرف انرژی گاز طبیعی
به جای انرژی الکتریکی ۶
۳ـ۵ـ کاهش هزینه‌های انرژی ۷
۳ـ۶ـ حذف گازهای مخرب لایه اوزن
و مسائل زیست‌محیطی ۸
۳ـ۷ـ کاهش هزینه‌های نصب و تعمیرات و نگهداری ۸
۳ـ۸ـ حذف موتورخانه و کاهش هزینه‌ها ۸
۴ـ مشخصات چیلرهای جذبی ۵ تن ۸
۵ـ مشخصات عمومی ۸
۶ـ اجزاء دستگاه تبرید ۸
۷ـ سیکل کارکرد چیلرهای جذبی ۱۱
۸ـ مقایسه انرژی بین چیلرهای گازسوز ۵ تن آمونیاکی
و تراکمی هوایی ۵ / ۶ تن اسمی ۱۲

## ۱ـ مقدمه

گرمایش و سرمایش در طول تاریخ بشر همواره به صورت یک نیاز اصلی مطرح و مورد توجه بوده است و اهمیت آن موجب شد تا راه‌کارها و سیستم‌های متنوعی، متناسب با شرایط اقلیمی، فرهنگی و اقتصادی به کار گرفته شود. امروزه ضمن اینکه این نیاز ضرورت بیشتری به خود گرفته است در انتخاب تجهیزات مربوطه نیز، لحاظ نمودن فاکتورهای با اهمیتی نظیر چگونگی و مقدار مصرف انرژی و سازگاری آن با محیط زیست، هزینه‌های اولیه، هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری نقش انکارناپذیری را دارا می‌باشد.

- تولید انرژی با راندمان بالاتر: استفاده از سوخت پاکیزه انرژی گازی، باعث می‌شود تا در امر هزینه تأثیر بسزایی وجود داشته باشد.
- عمل گرمایش و سرمایش هر دو در یک دستگاه انجام می‌پذیرد.
- کارکرد چندگونه: قابلیت استفاده تا سه فن‌کوئل برای هرمینی ابزوربشن.
- این دستگاه‌ها، به طور قابل توجهی میزان مصرف انرژی الکتریکی را کاهش می‌دهد و در نوع‌خود دستگاهی با ارزش در خصوص بی‌ضرر بودن برای محیط زیست می‌باشد.
- در فصل‌هایی که میزان استفاده الکتریسیته به اوج خود می‌رسد و کمبود نیروی الکتریکی وجود دارد، استفاده از تکنولوژی گازی بسیار به صرفه خواهد بود.
- مضر نبودن برای محیط زیست: از گازهای مخرب و مضر برای لایه ازون در این دستگاه استفاده نمی‌شود.
- استفاده از این دستگاه وجود یک هوا و محیطی سالم‌تر و تمیزتر را در داخل خانه ایجاد می‌کند.

## ۲ـ تاریخچه چیلرهای جذبی گازسوز

ایده تولید سرما با استفاده از سیستم جذبی درطی سال‌های ۶۰–۱۸۵۹ متولد شد. اولین دستگاه جذبی را یک مخترع فرانسوی به‌نام Ferdinand carre با استفاده از میل ترکیبی زوج آب وآمونیاک اختراع کرد. دستگاه تبرید carre درسال ۱۹۲۷ توسط چندین دانشمند بزرگ از جمله آلبرت انیشتن و لئوزیلارد تحت مطالعه وتکمیل قرار گرفت تا اینکه درسال ۱۹۳۹ اولین چیلر جذبی گازسوز ساخته شد.

تولید چیلر جذبی گاز سوز در سال ۱۹۶۸ با شرکت SERVEL ARKLA آغاز شد و بعد از آن شرکت ROBUR آن را ادامه داد.

شرکت RUBUR توانسته است با تحقیق و توسعه بر روی چیلر جذبی گازسوز، چندین اختراع در سازمان انرژی آمریکا (D.O.E) به ثبت برساند.

طرح‌تفکر استفاده از انرژی حرارتی برای تولید سرمایه اولین بار توسط دانشمند فرانسوی به نام Ferdinand در سال ۱۸۶۰ میلادی ایجاد گردید. در این سیکل که سیکل ساده جذبی آب آمونیاک می‌باشد از خاصیت انحلال نامحدود آب در آمونیاک استفاده می‌کرد درسیکل جذبی فردیناند آب به عنوان جاذب و آمونیاک به عنوان مبرد عمل می‌نمود این سیکل بعدها توسط آلبرت انیشتن کامل و طرح عملی و کاربردی آن توسط کمپانی ARKLA آمریکا به بهره‌برداری رسید و بعدها توسط کمپانیRobur ایتالیا تکمیل و به شکل امروزی خود نزدیک شد.

بر اساس این سیستم محلول غلیظ آب و آمونیاک در ژنراتور توسط یک مشعل گازسوز انرژی حرارتی دریافت کرده و به جوش می‌آید در این جوشش آمونیاک که از نقطه جوش پایین‌تری برخوردار است ابتدا به بخارتبدیل می‌شود وسپس با جدا شدن بخار آمونیاک از محلول آب و آمونیاک بخار حاصله از محفظه‌ای به نام جداکننده عبور می‌کند تا ناخالصی‌ها و ذرات آب موجود در آن جدا شود بخار خالص آمونیاک به طرف مبدل حرارتی که با هوا خنک می‌شود حرکت می‌کند در کندانسور با عبور هوا از روی سطوح خارجی مبدل حرارتی درجه حرارت بخار آمونیاک کاهش می‌یابد و به تدریج به قطرات آمونیاک مایع تبدیل می‌شود و در ادامه با عبور از اریفیس‌های کاهش فشار در دو مرحله فشار آمونیاک شکسته می‌شود و آماده تبخیر در دمای ایین‌تر می‌گر دد با عبور ازیک مبدل‌دولوله‌ای‌برودت حاصل از بخار آمونیاک خارج شده از اواپراتور به مایع آمونیاک ورودی به اواپراتور منتقل می‌شود سپس مایع کم‌فشار در دمای پایین (حدود۴ درجه) در یک مبدل حرارتی در تماس با آب ضمن خنک‌کردن آب درگردش سیستم تهویه مطبوع ساختمان به بخار تبدیل شده به همراه آب رقیق موجود در ژنراتور به محفظه پیش جذب‌کننده وارد و سپس وارد مبدل حرارتی جذب‌کننده یا Absorber می‌شود حرارت حاصله از واکنش انحلال آمونیاک در آب توسط این مبدل حرارتی به هوا منتقل می‌گردد در انتها محلول‌غنی شده آب و آمونیاک جهت جداسازی مجدد وارد ژنراتور شده و این سیکل ادامه می‌یابد.

## ۳ـ مزیت نسبی چیلرهای جذبی آمونیاکی نسبت به سیستم‌های تراکمی

### ۳ـ۱ـ سایز و ظرفیت دستگاه چیلر جذبی آمونیاکی

این چیلر در یک سایز و به ظرفیت حقیقی ۵ تن برودتی معادل 15220hr/Kcal یا 17/7KW تولید می‌شود که جهت تأمین ظرفیت تا ۲۵ تن برودتی می‌توان تعداد ۵ یونیت از این دستگاه‌ها را در کنار یکدیگر نصب و بهره‌برداری نمود.

### ۳ـ۲ـ کاهش مصرف انرژی الکتریکی

در سیستم‌های تراکمی سرما، برای تولید یک تن برودتی سرما، انرژی الکتریکی مورد نیاز در حدود ۷۰۰ وات (یک اسب بخار) می‌باشد، که البته در سیستم‌های بسیارپیشرفته، جایگزینی کمپرسورهای جدید نوع scroll این میزان مصرف انرژی تا حدود ۵۸۰ وات کاهش می‌یابد. این در حالیست که در سیستم جذبی آب و آمونیاک این میزان مصرف انرژی در حدود ۷۰ وات یعنی کمتر از ۱/۸ سیستم‌های تراکمی است. در سیکل جذبی آب و آمونیاک چیلرهای گازسوز تنها ۲ الکتروموتور با قدرت‌های ۳۷۰ وات جهت چرخش فن کندانسور و جاذب و ۵۰۰ وات برای حرکت پمپ محلول به جهت چرخش محلول آب و آمونیاک در سیکل تبرید مورد نیاز است ضمن اینکه با نصب کنترل‌کننده دور فن در کندانسور، در شرایطی که درجه فن کندانسور کاهش می‌یابد. توجه نمایید که برای ایجاد ۱۷/۷KW برودت به حداکثر ۸۷۰ وات انرژی الکتریکی نیاز می‌باشد.
در شرایط آب و هوایی تهران و شهرهای مشابه آن و با توجه به سبک معماری ساختمان‌های‌عمومی در ایران این ظرفیت قادر به تأمین سرمایش ۲۵۰ متر زیربنا خواهد بود. با توجه به رعایت الگوی مصرف خانوارهای ایرانی هر دستگاه چیلر گازسوز به راحتی قادر به تأمین سرمایش ۳ الی ۴ دستگاه آپارتمان ۷۰ تا ۷۵ متری می‌باشد.
گزارش مقایسه‌ای بین چیلر جذبی ۵ تن آمونیاک با سیستم‌های مشابه تراکمی و کولر گازی‌های دوتیکه (SPLIT UNIT) صورت گرفته که صرفه‌جویی انرژی مصرفی تولید ۶۰۰ دستگاه در سال با مقایسه با کولرگازی ۲تکه جهت کارکرد ۴ ماه با عمر مفید ۱۵ سال بالغ بر ۶۵/۱۷۴/۰۷۶/۰۰۰ ریال می‌باشد. گزارش مقایسه‌ای در صفحات آخر این بخش ارائه می‌گردد.

### ۳ـ۳ـ جذب مصرف آب به عنوان عامل اصل ایجاد سرما

به دلیل شرایط آب و هوای گرم و خشک در بخش وسیعی از کشورمان، استفاده ازسیستم‌های تبخیری تحت نام‌کولرهای آبی در بخش وسیعی از کشورمان بسیار مرسوم و متداول است باید توجه داشت که به طور متوسط یک کولر آبی با ظرفیت 4500CFM در طول یک روز در حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ لیتر آب مصرف می‌نماید ضمن اینکه در محیط مرطوب و مساعد این نوع کولرها تنوع باکتری‌ها درلابه‌لای پوشال این کولرهای موجب بروز برخی حساسیت‌ها و بیماری‌های تنفسی است که به همین دلیل استفاده از این نوع کولرها را در کشورهای پیشرفته محدود می‌کند.
ضمن اینکه باید توجه نمود که در فصل تابستان کمبود آب در اغلب مناطق کشورمان مسأله‌ای بسیار اساسی و بحرانی است که متأسفانه با افزایش جمعیت به شدت این بحران هر ساله افزایش می‌یابد. از سوی دیگر نوع سرمای ایجاد شده در سیستم‌های تبخیری به نوعی است که بار برودتی غیر محسوس(Latent load) توسط آنها دفع نمی‌شود و استفاده از دستگاه‌های تبخیری در مناطق معتدل و مرطوب مانند شمال و یاگرم و مرطوب جنوب کشور را غیرممکن می‌سازد.

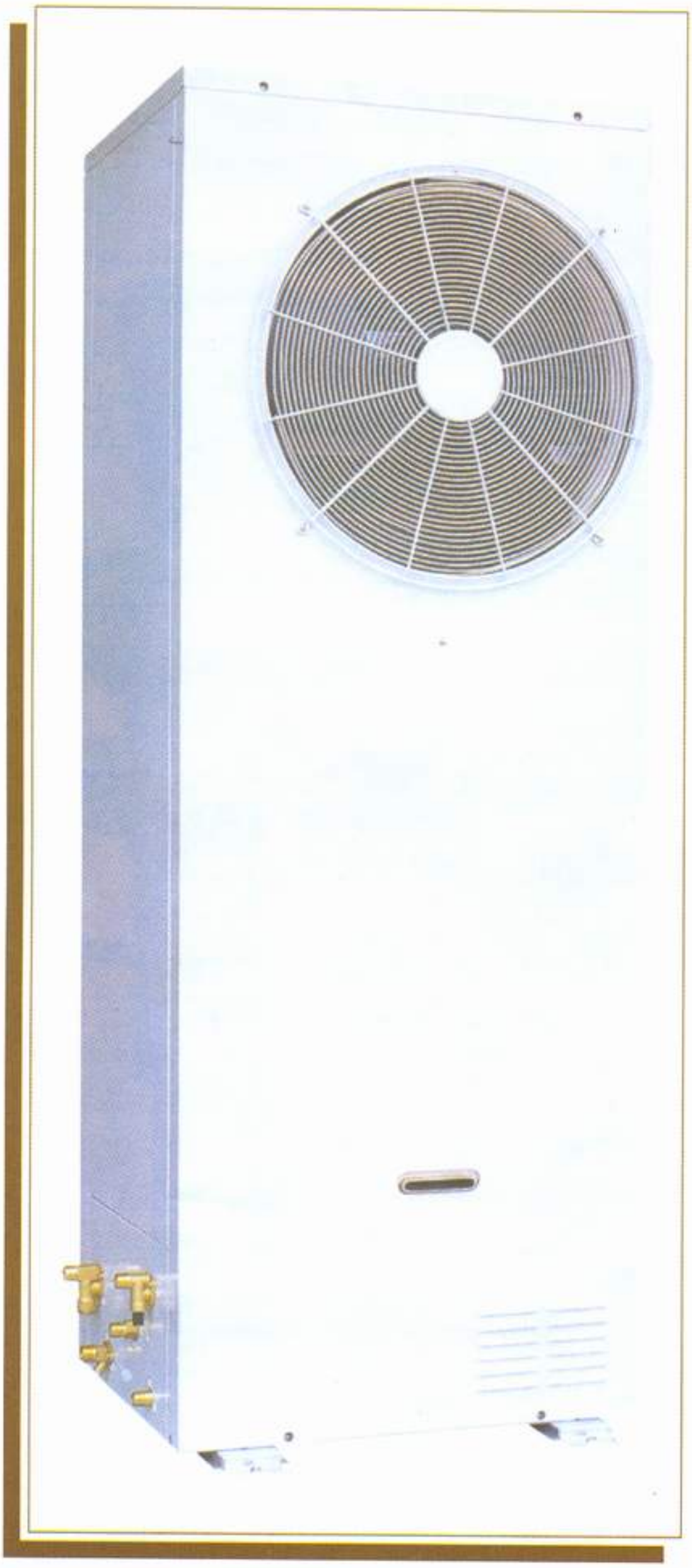
### ۳ـ۴ـ جایگزینی مصرف انرژی گاز طبیعی به جای انرژی الکتریکی

۴– جایگزینی مصرف انرژی گاز طبیعی به جای انرژی الکتریکی در فصل تابستان با افزایش درجه حرارت هوا در مناطق مختلف کشورمان به تدریج از میزان صرف‌گاز طبیعی کاسته و به میزان مصرف انرژی الکتریکی اضافه می‌گردد به نحوی که در اواسط مرداد ماه مصرف گاز طبیعی به حداقل و مصرف انرژی الکتریکی به حداکثر خود در طول یک سال می‌رسد قابل‌ذکر و تأمل است که انرژی الکتریکی توسط یک صنعت تقریباً وابسته(تا میزان ۶۰ الی ۷۰درصد سرمایه‌گذاری اولیه)به منابع خارجی‌تأمین شده و همین لحاظ انرژی بسیار گران‌بها و پرقیمتی است که در اوقات اوج مصرف به دلیل محدودیت منابع تأمین انرژی الکتریکی چه در نیروگاه‌های حرارتی به دلیل کاهش راندمان و چه در نیروگاه‌های توربینی آب به دلیل کاهش ذخایر آب صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی به همگان توصیه می‌شود این در حالیست که دیگر حامل انرژی یعنی گاز طبیعی در لوله‌ها متورم شده و میزان

مصرف آن تا۱/۱۵ فصل سرماکاهش می‌یابد قابل ذکر است که در این فصل با وجود کاهش شدید تقاضا کلیه هزینه‌های بهره‌برداری اعم از تأسیسات، لوله‌کشی، ایستگاه‌های تقلیل فشار. استخراج، تصفیه، ... در این فصل تقریباً مشابه سرماست. از سوی دیگر درآمد حاصل از مصرف انرژی گاز طبیعی در فصل گرما به شدت کاهش می‌یابد به نحوی که بهره‌برداری از این تأسیسات در فصل گرما غیر اقتصادی می‌گردد این نکته در مناطق گرمسیری کشورمان بسیار حادتر از مناطق سردسیری است. در حال حاضر به دلیل توجیه اقتصادی بهره‌برداری از شبکه گازرسانی‌در فصل گرما در کشورهای اروپایی و حتی کشور امارات متحده عربی، شرکت‌های گاز این کشورها اقدام به پرداخت رایانه به خریداران چیلرهای گازسوز تا ۷۰، قیمت اولیه را نموده‌اند با این اقدام به تعداد متقاضیان گاز طبیعی در فصل کم‌مصرف گرم افزوده‌اند و بازگشت این سرمایه‌گذاری را در کوتاه مدت (حداکثر ۳ سال) تضمین نموده‌اند در کشور فرانسه شرکت گازسوز این کشور با انعقاد قراردادی با شرکت Robur ضمن پرداخت یارانه به خریداران این چیلر امکانات نصب رایگان این دستگاه در محل مصرف را فراهم می‌نماید. باید توجه داشت که این مزیت در کشور ما دو چندان است چرا که در فصل گرما کشور از فقدان منابع تأمین انرژی الکتریکی رنج می‌برد و گاز طبیعی به عنوان ارزان‌ترین انرژی به مقدار زیاد و با قیمت بسیار مناسب در دسترس همگان است و این در مقایسه با ایران نمی‌باشد قابل ملاحظه و تفکر می‌باشد به نظر می‌رسد جایگزین کردن استفاده از چیلرهای گازسوز علاوه بر مرتفع نمودن مشکل تأمین برق مسأله کمبود درآمدهای شرکت گاز در فصل گرما را نیز مرتفع می‌نماید.

## ۵-۳- کاهش هزینه‌های انرژی

ساخت این چیلرها در مقایسه با انواع تراکمی به لحاظ ارزی در تأمین مواد اولیه از مزیت نسبی بسیار بالایی برخوردار است به طور نسبی سهم خرید قطعات خارجی در ساخت یک دستگاه چیلر گازسوز معادل ۷ تا ۱۰ درصد قسمت تمام شده آن می‌باشد و این سهم درچیلرهای تراکمی تا۷۰درصد قسمت کلی دستگاه افزایش می‌یابد از جمله کمپرسور، کنترل‌کننده‌های فشار، قطعات برقی، شیرآلات و برخی قطعات دیگر از اجزاء اساسی دستگاه چیلر تراکمی است که تماماً از خارج تأمین می‌شود جدا از قطعات و لوازم مصرفی به دلیل استفاده از گاز آمونیاک در این محصول به جای



گازهای وارداتی CFC رایج در چیلرهای تراکمی سهم قابل توجهی از صرفه‌جویی ارزی نیز از این راه حاصل می‌گردد. آمونیاک ضمن سازگاری با محیط زیست به مقدار بسیار زیادی در دسترس بوده و تمامی کارخانجات پتروشیمی این فرآورده را با قیمتی بسیار مناسب در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند.

### ۳-۶- حذف گازهای مخرب لایه اوزن و مسائل زیست محیطی

در اغلب چیلرهای تراکمی در ایران استفاده ازگازهای مخرب CFC و... متداول بوده که نتایج زیانبار استفاده از این گازها، کشورهای مترقی را به جایگزین نمودن گازهای غیرمخرب ترغیب نموده است باید توجه داشت که در حال حاضر جایگزینی گازهای غیرمخرب ترغیب نموده است باید توجه داشت‌که در حال حاضر جایگزینی‌گازهای غیرمخرب با انواع قدیمی و مضر آن تا ۱۰ برابر افزایش قیمت خواهد داشت و لذا با توجه به قیمت بسیار گزان‌بهای تهیه این گازها و ملزومات جانبی‌آنها از قبیل روغن‌های پلی‌استر کمپرسورهای تراکمی، استفاده از این مبردها را محدودتر نموده است.

### ۳-۷- کاهش هزینه‌های نصب و تعمیرات و نگهداری

مبالغ هنگفتی بابت شارژ گاز، تعویض و تعمیر قطعات کمپرسورسرویس‌تعویض شیرآلات و ادوات‌کنترلی و تعویض قطعات برقی چیلرها و پکیج یونیت‌های تراکمی در سطح کشور می‌گردد این در حالی است که در چیلرهای گازسوز با حذف قطعات متحرک میزان استهلاک این دستگاه‌ها در مقایسه با سیستم‌های تراکمی تا ۱/۵ برابر کاهش می‌یابد در همین راستا می‌توان به ۳ سال گارانتی و ۲۵ سال تأمین قطعات و ارائه خدمات پس از فروش این محصول اشاره کرد قابل ذکرو توجه است که تعداد ۵۰۰ دستگاه از این چیلرها که در حدود۲۷ الی ۳۰ سال گذشته توسط شرکت آمریکایی ARKLA-SERVEL در ایران فروخته و نصب شده است هنوز در حال کار و بهره‌برداری می‌باشد.

### ۳-۸- حذف موتورخانه و کاهش هزینه‌ها

با رشد روزافزون جمعیت اهمیت بهره‌وری ازحداکثر منابع با استفاده از چیلرهای‌گازسوز به همراه هیترهای گازسوز طرح این شرکت و یا تامین سرمایش، گرمایش و آب گرم مصرفی به طور یک‌پارچه و نصب این ادوات در بام و یا بالکن ساختمان‌ها عملاً فضای مصروف به موتورخانه حذف شده و می‌توان این فضا را جهت تأمین تسهیلات اماکن مسکونی نظیر پارکینگ، انبار، اتاق ورزش، سالن اجتماعات و ... نمود.

## ۴- مشخصات چیلرهای جذبی ۵ تن

### ۴-۱- مشخصات عمومی

چیلرهای جذبی فوق در ابتدا فقط جهت تولید سرما به کار می‌رفتند که با تکمیل آن در سال‌های اخیر نه تنها بازدهی آن۳۷/۵%، افزایش یافت، بلکه امکان تولید همزمان گرما و سرما نیز حاصل شد.

در دستگاه‌های تبرید جذبی برای تولید سرما، مستقیماً از حرارت شعله استفاده‌می‌شود و هیچ‌گونه وسیله محرک اولیه به‌کار برده نمی‌شود بنابراین تسهیلات‌گرمایش در تمام مدت سال استفاده می‌گردد.

به دلیل اینکه این نوع‌دستگاه‌ها فضای‌کمی را اشغال می‌کند و تولید لرزش نمی‌نمایند می‌توان آن را در فضای باز و هر جا که منبع حرارت در اختیار باشد مورد استفاده قرار داد.

در این دستگاه‌ها از کارآمدترین مبردها که دارای بهترین خواص ترمودینامیکی می‌باشد و به لایه اوزن آسیب نمی‌رساند یعنی آمونیاک استفاده می‌شود. سیال جاذب نیز ارزان‌ترین، ایمن‌ترین و قابل حصول‌ترین سیال یعنی آب می‌باشد.

چیلرهای جذبی گازسوز به صورت پکیج‌های یکپارچه با کندانسور هوایی عرضه می‌شوند و می‌بایست در فضای آزاد نصب شوند.

نیروی لازم جهت جریان مبرد، از حرارتی که توسط یک مشعل گازسوز تولید می‌شود به دست می‌آید و بنابراین به انرژی الکتریکی محدودی نیاز دارد. میزان گازهای سمی حاصل از احتراق بسیار کم و در حدود 44ppm می‌باشد که توسط فن آکسیال کندانسور زدوده می‌شود.

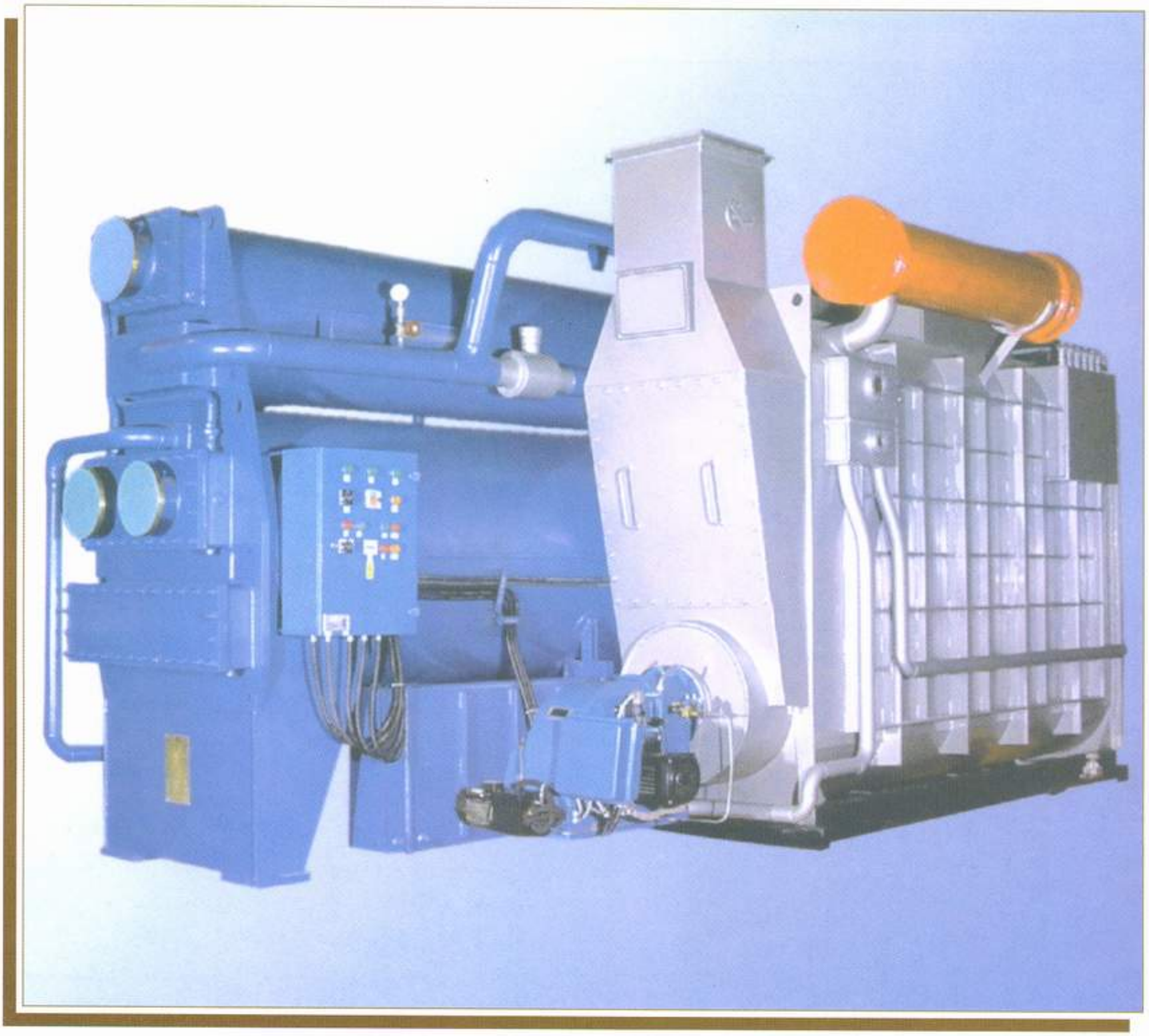
## ۶- اجزاء دستگاه تبرید

ژنراتور (Generator)

یک مخزن استوانه‌ای از جنس فولاد است که قسمت پایین جدار خارجی آن جهت دریافت حرارت بیشتر از محصولات احتراق گسترش یافته است.

کندانسور – ابزوربر (Condenser-Absorber)

عبارت است از کویل‌های فولادی با فین آلومینیومی تخت که اطراف دستگاه را دربرگرفته است.



### اواپراتور (Evaporator)
مبدل حرارتی که از نوع Tube in shell و از جنس فولاد ضد زنگ با آلیاژ تیتانیوم می‌باشد.

### پمپ محلول (Solution pump)
با صفحات فولادی و دیافراگم تفلونی که نیروی محرکه آن توسط پمپ هیدرولیک تأمین می‌شود.

### پیش جذب‌کن (Pre Absorber)
از نوع لوله و پوسته است و هر دو قسمت آن از جنس فولاد می‌باشد.

### مبدل حرارتی مبرد (Refrigerant Heat Exchanger)
این مبدل حرارتی از نوع Tube -in- Tube و از جنس فولاد ضدزنگ می‌باشد.

### کاهنده فشار (Restrictor)
از جنس فولاد ضدسایش می‌باشد و در مقابل خوردگی مواد شیمیایی بسیار مقاوم است.

### مشعل (Burner)
مشعل و محفظه احتراق هر دو از جنس فولاد ضدزنگ و ضد حرارت می‌باشد که از نوع دوگانه سوز است و می‌تواند با

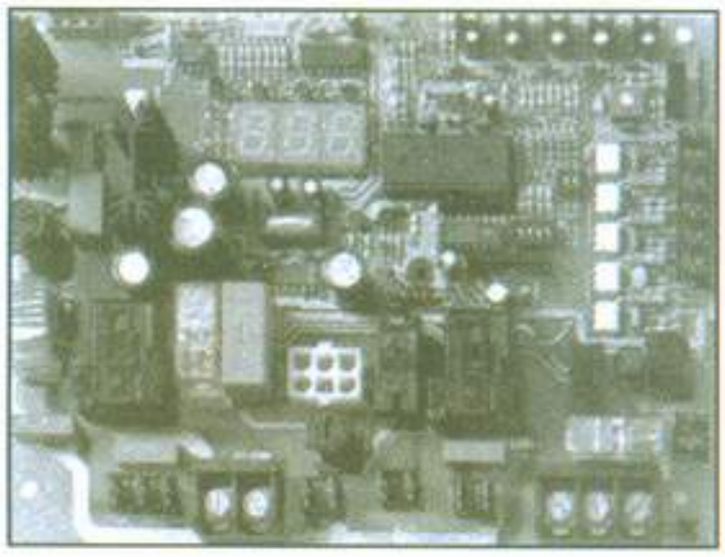
گازهای طبیعی (متان) و گاز مایع (بوتان و پروپان) کار کند.
بازدهی این مشعل بالا و میزان گازهای نامطلوب، در محصولات احتراق آن بسیار کم است.
سیستم احتراق در این مشعل به گونه‌ای است که در ابتدا هوا و گاز به خوبی مخلوط شده و پیش گرم می‌شوند.

### فن کندانسور (Fan)

این فن از نوع جریان محوری می‌با شد که دارای چهار پره است و به دلیل گسترده بودن پره‌ها و ا نحنایی که بر روی آنها به وجود آمده، دارای کارآیی بالا و صدای بسیار کمی می‌باشد.
الکتروموتور این فن مجهز به کلید محافظ حرارتی است و طراحی آن به‌گونه‌ای می‌باشد که در مقابل حرارت و رطوبت بالای محیط و همچنین پاشش آب، بسیار مقاوم است.

### پمپ هیدرولیک (Hydraulic pump)

از نوع رفت و برگشتی می‌باشد که روغن را به سوی پمپ محلول به جریان می‌اندازد.
الکتروموتور این پمپ ۴ قطبی است که قدرت مورد نیاز جهت گردش شفت را تأمین می‌کند.



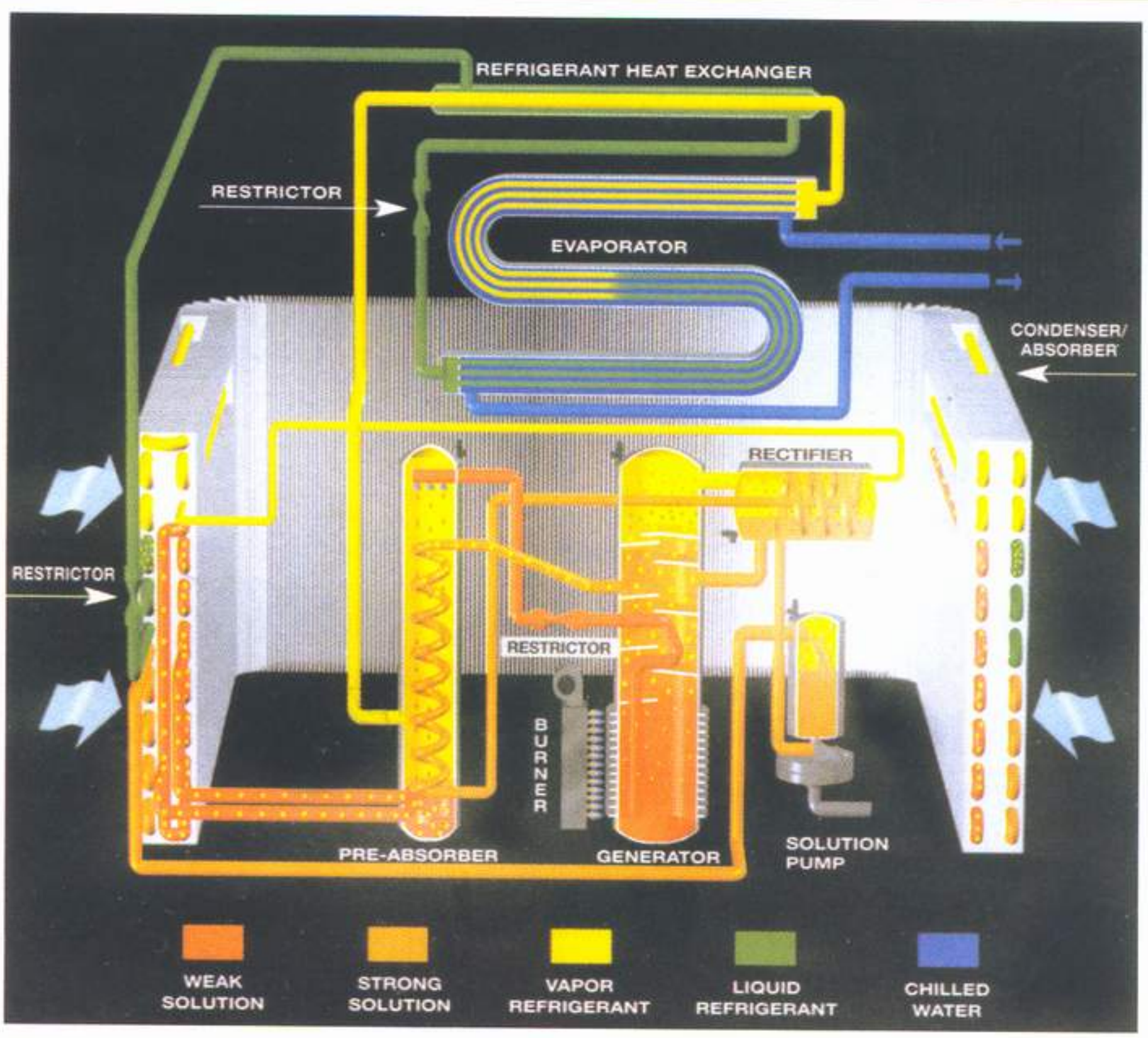
### برد کنترلی الکترونیکی (Electronic Control Board)

این برد جهت کنترل کارکرد اجزاء مختلف دستگاه به کار می‌رود که از نوع میکروپررسسوری است و مجهز به سیستم عیب‌یابی و سنسورهای دمایی و فشاری می‌باشد.
برد کنترل الکترونیکی شامل خصوصیات زیر است:
صفحه نمایش الکترونیکی که جهت نمایش دمای آب سرد ورودی و خروجی از دستگاه و همچنین سیستم عیب‌یابی به کار گرفته شده است.
سیستم تنظیم سرعت فن کندانسور که تحت تابعی از دمای محیط سرعت فن را از ۳۰٪، تا ۱۰۰٪، کنترل می‌کند.
کنترل گرفتگی فواصل بین فین‌ها در کویل کندانسور و ابزور بر.
ترموستات قابل تنظیم جهت آب سرد خروجی از دستگاه در محدوده دمایی ۵/۴ درجه سانتی‌گراد تا ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد قابل تنظیم می‌باشد.

- **سیستم ایمنی برای جلوگیری از یخ‌زدگی آب سرد.**
- **کنترل چرخش پمپ هیدرولیک.**
- **قابلیت نصب و ارتباط به یک کامپیوتر مرکزی.**
- **قابلیت نصب سیستم کنترل از راه دور.**

## ۷ـ سیکل کارکرد چیلرهای جذبی

سیال مورد استفاده در این سیکل محلول آب و آمونیاک است که در آن آب سیال جاذب و آمونیاک سیال مبرد می‌باشد. محلول آب و آمونیاک توسط مشعل در ژنراتور حرارت داده می‌شود. بخار حاصل از ژنراتور حاوی مقداری آب می‌باشد که در رکتیفایر از هم جدا می‌شوند. بخار آمونیاک که تقریباً خالص شده، به سوی کندانسور حرکت می‌کند تا در اثر تبادل حرارت با هوای محیط، حرارت خود را از دست داده و هوای گرم حاصل از احتراق مشعل توسط فن کندانسور به خارج منتقل می‌شود.
برای کاستن از فشار سیال خروجی از کندانسور آن را از قسمتی به نام Restrictor عبور می‌دهیم که فشار سیال را تا فشار اواپراتور کاهش می‌دهد.
جهت افزایش راندمان دستگاه، سیال‌های ورودی و خروجی اواپراتور در یک مبدل حرارتی ۲ لوله‌ای در مجاور هم قرار گرفته و تبادل حرارت بین آنها باعث می‌شود که مایع آمونیاک ورودی به اواپراتور سردتر و بخار خروجی از آن گرم‌تر شود، در اواپراتور دمای آب برگشتی از ساختمان توسط سیال مبرد جذب شده در نتیجه خنک می‌شود.
آمونیاک پس از عبور از اواپراتور و مبدل حرارتی به صورت بخار می‌باشد که به Pre-Absorber (پیش جذب‌کن) وارد می‌شود. در این مرحله بخار آمونیاک جذب محلول آب و آمونیاک می‌شود و برای انحلال کامل، بخار آمونیاک و آب به Absorber (جاذب اصلی) وارد می‌شود.
محلول حاصل، یک محلول قوی از آب و آمونیاک است که توسط پمپ محلول(Solution pump) به سوی ژنراتور رانده می‌شود و در آنجا سیکل مجدداً تکرار می‌شود.



مقایسه انرژی بین چیلر جذبی گازسوز ۵ تن آمونیاک و تراکمی هوایی ۶/۵ تن اسمی و (60000)Btu/hr Split Unit

| Model | Brand | Cooling capacity | Natural gas ($m^3$/hr) | Electrical Data |
|---|---|---|---|---|
| AcF-60/2 | Robur | 4.97TR | 2.51 | 820watt (230V-50Hz-1ph) |
| ARlcA-6.5-1 | Yekta | 4.8 | - | 7.6kw (8.7kw(380V-50Hz-3ph) |
| AAc-010 | - | - | - | 1.1kw (8.7kw(380V-50Hz-3ph) |
| AUG30R,AOG30RB (تعداد ۲ عدد) | O,General | 5TR | - | 3.45×2=6.9kw(230V50Hz-1ph) |

مصرف انرژی الکتریکی یک چیلر جذبی گازسوز در سال که ٤ ماه کارکرد بـه صـورت **Full load** و در شـبانه روز ۱۲ ساعت کارکرد مداوم و عمر مفید ۱۵ ساله برای ۶۰۰ دستگاه

مصرف انرژی الکتریکی در یک روز = 12 × 0.820 = 9.84 watt

مصرف انرژی الکتریکی در یک ماه = 9.84 × 31 = 305.04 kwatt

مصرف انرژی الکتریکی در یک سال(٤ماه) = 305.04 × 4 = 122.016 kwatt

مصرف انرژی برای ۶۰۰ دستگاه در یک سال برای عمر مفید ۱۵ سال = 122.016 × 600 × 15 = 10,981,440 kwatt

نرخ ماهیانه هزینه برق تک فاز بر اساس تعرفه Rail = (103 × متوسط مصرف ماهیانه -3956)

شرکت برق زیر ۳۰۰ کیلووات (به ریال) = 103 ×305.04 – 3956 = 27,463.12 Rial

نرخ دیماند هزینه برق تک فاز ندارد =

۳ درصد عوارض = (27,463.12 ) × 0.03 = 823.8 Rial

جمع کل هزینه برق یک ماه با احتساب عوارض و دیماند = 28,287 Rial

نرخ کلی هزینه برق برای ۶۰۰ دستگاه در سال برای عمر مفید ۱۵ سال = 28287 × 4 × 600 × 15 = 1,018,332,000. Rial

## مصرف انرژی گاز چیلر گازسوز

مصرف انرژی گاز در یک روز= 2.51× 12 = 30 $m^3$

مصرف انرژی گاز در یک ماه = 30 × 31 = 930 $m^3$

مصرف انرژی گاز در یک سال = 930 × 4 = 3720 $m^3$

مصرف انرژی گاز برای ۶۰۰ دستگاه = 3720 × 600 = 2,232,000 $m^3$

نرخ هزینه گاز بر اساس تعرفه گاز (به ریال) = 75 Rial = 75 × 930 = 69,750.

## نرخ هزینه یک ماه

آبونمان = 3,298. Rial

عوارض= (69,750+3298 ) × 0.03 = 2,191 Rial

نرخ هزینه ماهیانه = (69,750+3298)+2191=75,239 Rial

نرخ هزینه در یک سال = (75,239 ) × 4 = 300,956 Rial

نرخ هزینه کلی برای ۶۰۰ دستگاه در سال برای عمر مفید ۱۵ سال =300,956 × 15 × 600 = 2,708,604,000. Rial

**مصرف انرژی الکتریکی چیلر هوایی ۶/۵ تن اسمی ۳ فاز**

مصرف انرژی الکتریکی در یک روز = 12 × 8.7 = 104.4 kw

مصرف انرژی الکتریکی در یک ماه = 104.4 × 31 = 3,236.4 kw

مصرف انرژی الکتریکی در یک سال( کارکرد ٤ ماه ) =3,236.4 × 4 = 12,945.6 kw

مصرف انرژی برای ۶۰۰ دستگاه در سال برای عمر مفید ۱۵ سال =600 × 12,945.6 × 15 = 116,510,400 kw

نرخ ماهیانه هزینه برق ۳ فاز براساس = (884 × تعداد مصرف ماهیانه - 411,056 ) Rial

تعرفه برق برای بیش از ۶۰۰ kW به بالا (بر حسب ریال) = 884 × 3,236.4 – 411,056 = 2,449,921.6 Rial

نرخ دیماند هزینه برق ۳ فاز در یک ماه = 533,348. Rial

سه درصد عوارض = (2,449,921.6 + 533,348 ) × 0.03 = 89,498. Rial

کل هزینه برق یک ماه با احتساب عوارض و دیماند = (2,449,921.6+53,334+89,498) = 3,072,767.6 Rial

نرخ کلی هزینه برق برای ۶۰۰ دستگاه در سال برای عمر مفید ۱۵ سال = 3,072,767.6 × 4 × 600 ×15 = 110,619,633,600.

**مصرف انرژی الکتریکی split unit ( ۵ تن ) تک فاز :**

مصرف انرژی الکتریکی در یک روز = 12 × 6.9 = 82.8 kwatt

مصرف انرژی الکتریکی در یک ماه = 31 × 82.8 = 2567 kwatt

مصرف انرژی الکتریکی در یک سال (کارکرد ٤ ماه ) = 2567 × 4 = 10,267 kwatt

مصرف انرژی برای ۶۰۰ دستگاه در یک سال برای عمر مفید ۱۵ سال = 10,267 × 600 × 15 = 92,403,000 kwatt

نرخ ماهیانه هزینه برق تک فاز بر اساس تعرفه = (884 × متوسط مصرف ماهیانه -411,056)

شرکت برای بیش از ۶۰۰kw کیلووات به بالا (به ریال)

= 884 ×2567 – 411,056 = 1,858,172. Rial

نرخ دیماند هزینه برق تک فاز ندارد =

۳ درصد عوارض = 55,745

جمع کل هزینه برق یک ماه با احتساب عوارض و دیماند = 1,858,172 + 55,745 = 1,913,917. Rial

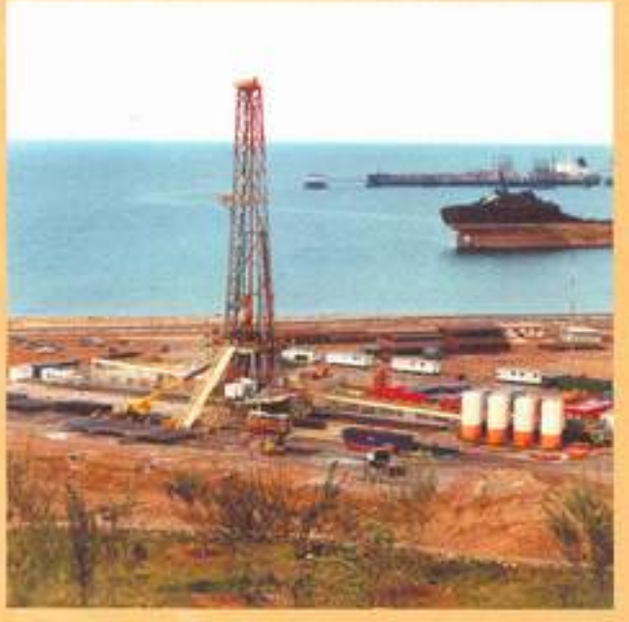
نرخ کلی هزینه برق یک سال برای ۶۰۰ دستگاه با عمر مفید ۱۵ سال = 1,913,917 × 4 × 600 × 15 = 68,901,012,000.Rial

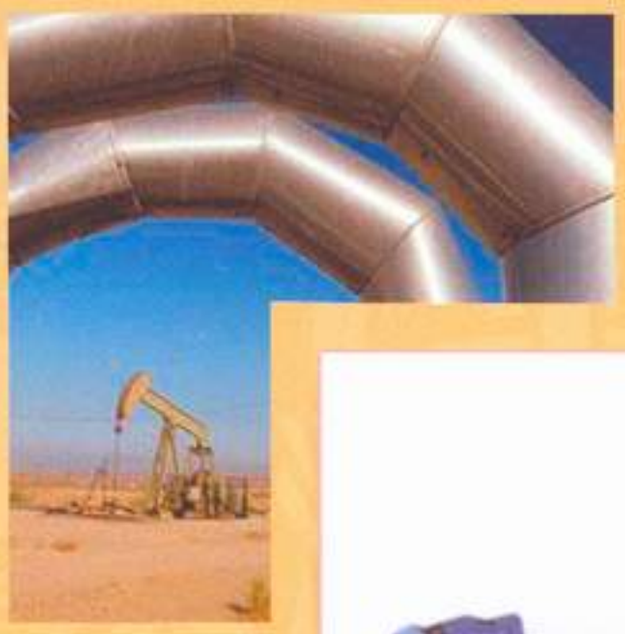
**مقایسه انرژی بین چیلر جذبی و گازسوز ۵ تن آمونیاک و تراکمی هوائی ۶/۵ تن اسمی و (SPILIT UNIT BTU/HR (60000 ( به ریال )**

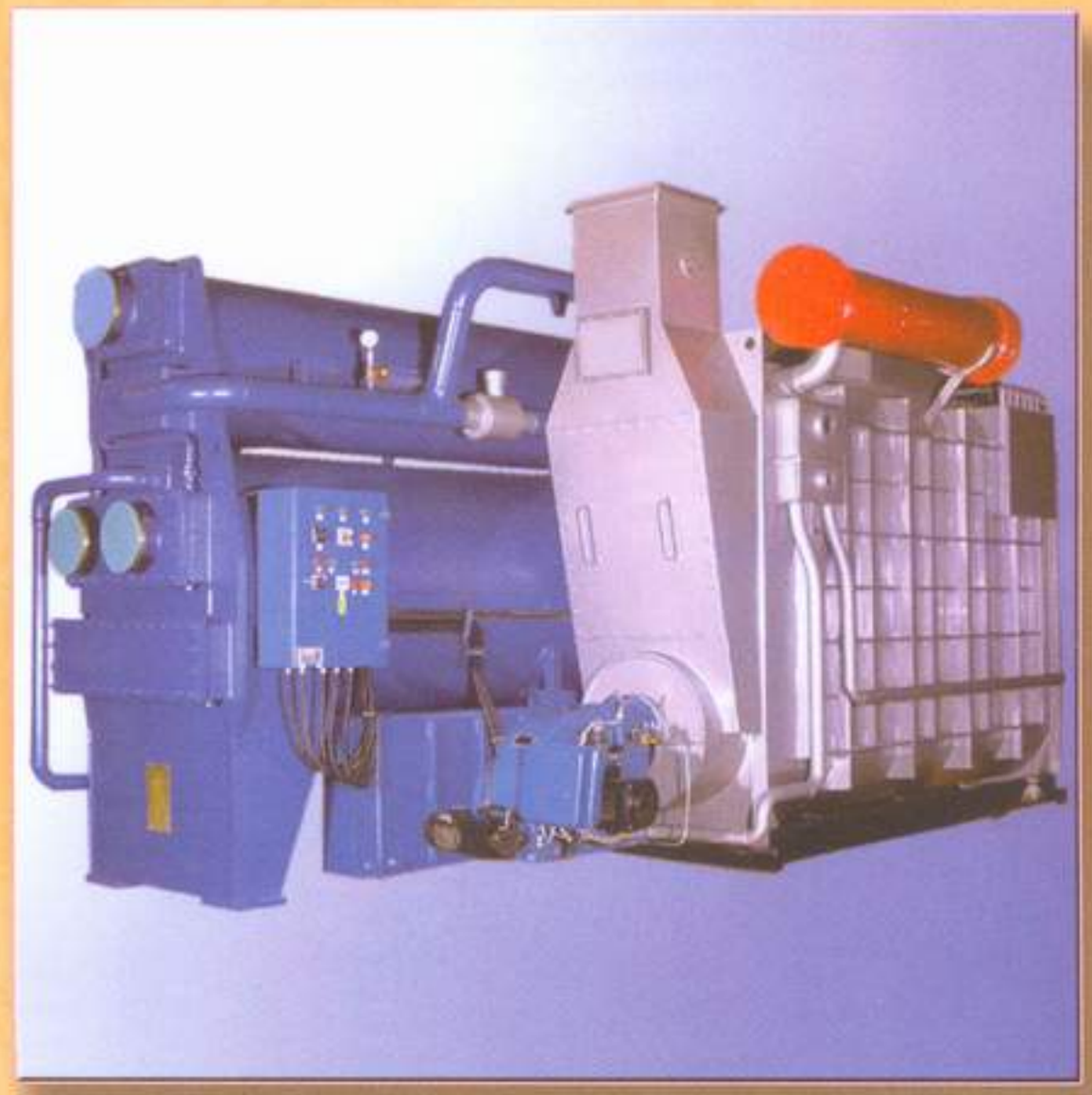
| | ACF/60-2 | ARICA-6-5-1 | (AUG 30 R ) * 2 |
|---|---|---|---|
| هزینه مصرف ریالی انرژی در یک ماه | 103,526,.0 | 3,072,767. 0 | 1,913,917. 0 |
| مصرف انرژی الکتریکی در ( ٤ ماه کاری ) به ریال | 414,104 . 0 | 12,291,070 . 4 | 7, 655, 668 .0 |
| مصرف انرژی الکتریکی برای ۶۰۰ دستگاه با عمر مفید ۱۵ سال به ریال | 1,018,332,000.0 | 110,619,623,600/0 | 68,901,012,000.0 |
| مصرف انرژی گاز برای ۶۰۰ دستگاه با عمر مفید ۱۵ سال به ریال | 2,708,604,000 . 0 | ---- | --- |
| مصرف انرژی گاز و الکتریسیته ۶۰۰ دستگاه با عمر مفید ۱۵ سال به ریال | 3,726,936,000 .0 | 110,619,623,600 .0 | 68,901,013,000 .0 |
| صرفه جویی انرژی مصرفی بین ۶۰۰ دستگاه چیلر گازسوز با کولر گازی SPILIT برای کارکرد ٤ ماه با عمر مفید ۱۵ سال به ریال | 65, 174, 076,000 . 0 | | |
| صرفه جویی انرژی مصرفی بین ۶۰۰ دستگاه گازسوز با چیلر هوائی تراکمی برای کارکرد ٤ ماه با عمر مفید ۱۵ سال به ریال | 106,892,687,600 . 0 | | |

Manufacturing Support & Procurement (MSP) Kala Naft Co. Tehran

N.I.O.C







# An Introduction to Chillers

Directorate of Manufacturing Support for Mechanical, Electrical & Instrumentation

# IN THE NAME OF GOD

N.I.O.C

**Manufacturing Support & Procurement (MSP)**
**Tehran KALA NAFT Company**

# AN INTRODUCTION TO CHILLERS


| | |
|---|---|
| 1- Introduction | 3 |
| **2- Preamble** | 3 |
| **3- Chiller Cycle** | 3 |
| 3-1- Solution pump/heat Exchangers | 3 |
| 3-2- First-Stage Generator | 4 |
| 3-3- Second-Stage Generator | 4 |
| 3-4- Condenser | 4 |
| 3-5- Evaporator | 4 |
| 3-6- Absorber | 4 |
| **4- Heating Cycle** | 6 |
| **5- Chiller-Heaters** | 7 |
| **6- Description** | 7 |
| 6-1- Operation in cooling mode | 7 |
| 6-2- Operation in heating mode | 8 |
| 6-3- Operation in domestic hot water | 8 |
| **7- Benefits** | 9 |
| **8- System Features** | 9 |
| 8-1- Cooling operations | 10 |
| 8-2- Heating operation | 10 |
| **9 - Installation & Heating Information** | 11 |

## 1- INTRODUCTION

In the long history of human-being, the air conditioning of premises has been considered as a main requirements for the life.
For achieving to these targets, different solutions, appropriate to the climatic. Social and economical conditions, have been developed. Nowadays, as these requirements are more vast and more popular, main important factors such as saving energy, preservation of environment, the investment, ease and costs of maintenance and operation, are very significant for selecting the relevant equipment.
- Energy efficiency: utilizes clean burning gas energy, making it extremely effective and cost effective.
- Cooling & heating, both in one unit.
- Multiple functions: various models to choose from one master outdoor unit will serve up to 3 indoor.
- Units, greatly reducing electrical consumption, exceeding governmental energy guidelines and making it a valuable environmental friendly device.
- Offsets electricity supply shortages in peak seasons by utilizing a more cost-effective gas technology.
- environment friendly: does not use ozone depleting Freon gas.
- incorporates a patented germicidal indoor air handling unit for a cleaner and refreshing air delivery.

## 2- PREAMBLE

Considering the importance of optimization of the utilizdtion of different sources of energy (fossil fuels, solar energy and waste energy) and omission of the unfriendly sources to the environment stemming from the refrigeration systems, which were one time considered insignificant, but nowadays, they are even threatening seriously the life of human being on the earth and the earth herself such as CFC & HCFC and noise pollution and global warming. The advantages of lithium bromide-water absorption chillers, against the other type of refrigeration systems, is increasingly obvious and apparent. That is the reason why the development of this kind of chillers growing in the industrial sector so rapidly and a lot of famous and competent companies are concentrating on the developing new products in this field.
However, in the refrigeration system based on above kind of absorption system, the increase of cop has had essential importance, from point of views of both clients and manufacturers.
In this field, the steam fired double effect absorption chillers, with the cop equal to 1.2 has a lot of positive aspects, considering the saving of thermal energy.

## 3- CHILLING CYCLE

This chiller remarkably efficient two-stage absorption refrigeration cycle uses water as the refrigerant and lithium bromide as the absorbent. It is the strong affinity these two substances have for each other that makes the cycle work. The entire process occurs in hermetic vessels in an almost complete vacuum.
The large diagram above indicates the complete chilling cycle. The six steps are detailed here and on the next page, with corresponding numbers in the diagram to show where each step takes place.
Two-stage absorption chilling cycle is continuous; however, for the sake of clarity and simplicity, it is divided into six steps.

### 3-1- Solution pump/heat Exchangers

A dilute solution of lithium bromide and water descends from the absorber to the solution pump. This flow of dilute solution is split into two streams and pumped through heat exchangers to the first-stage generator and to the second=stage generator. Exclusive two-way split of solution flow virtually eliminates the possibility of crystallization (solidification) by

allowing the unit to operate at much lower solution concentration and temperatures than series flow systems.

### 3-2- First-Stage Generator

A heat source heats dilute lithium bromide coming from the solution pump/heat exchangers. This produces hot refrigerant vapor which is sent to the second-stage generator, leaving a concentrated solution that is returned to the heat exchangers.

### 3-3- Second-Stage Generator

The energy source for the production of refrigerant vapor in the second-stdge generator is the hot refrigerant vaor produced by the first-stdge generator. This is the heat of ytc's remarkably efficient two stage absorption effect. The refrigerant vapor produced in the first-stage generator is increased by 40% at no additional expense of fuel. The result is much higher efficiency than in conventional systems.
This additional refrigerant vapor is produced when dilute solution from the heat exchanger is heated by refrigerant vapor from the first-stage generator condenses into liquid giving up its heat, and continues to the condenser.

### 3-4- Condenser

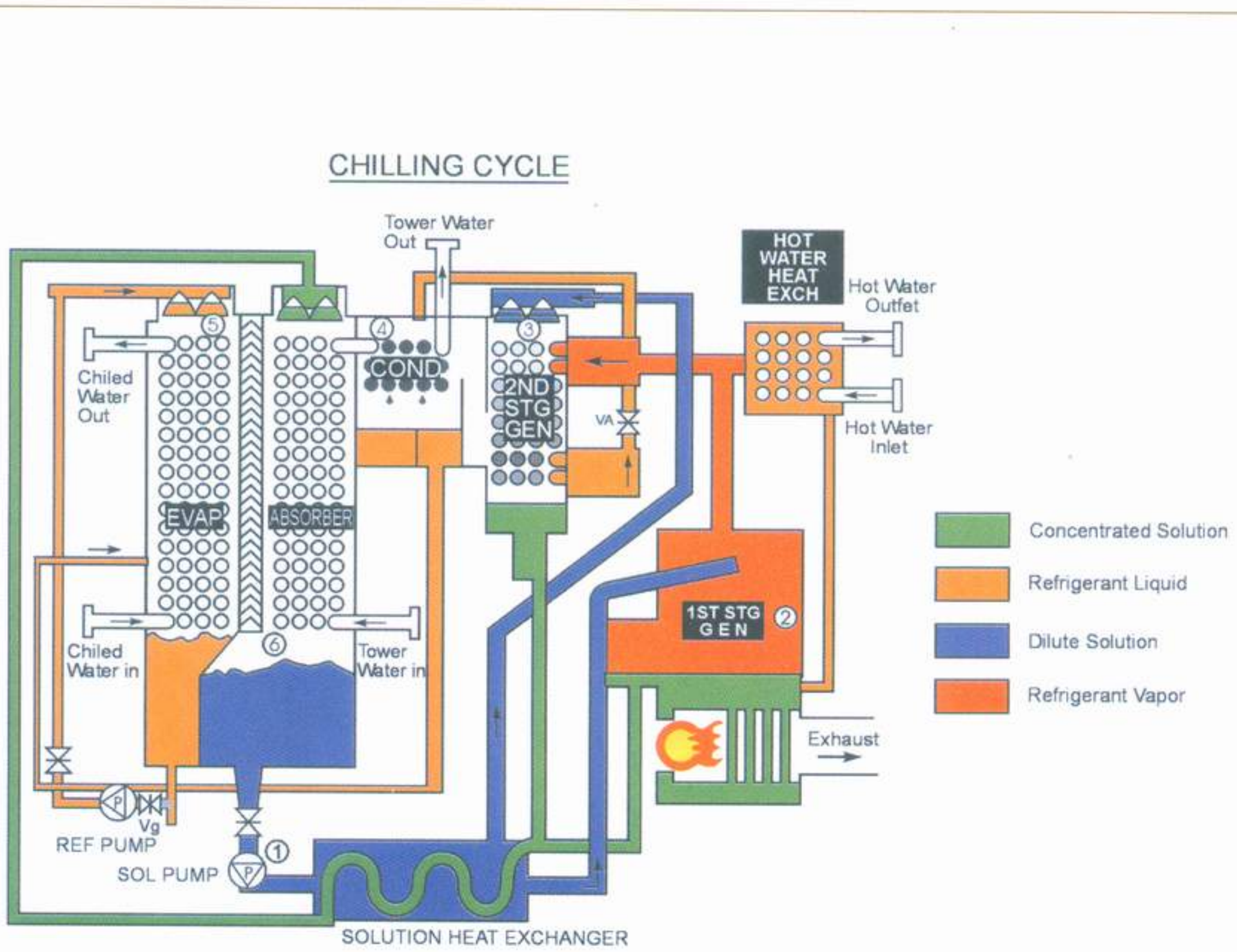
Refrigerant from two sources (1) liquid resulting from the condensing of vapor produced in the first-stage generator and (2) vapor produced by the second-stage generator enters the condenser. As the liquid refrigerant enters the low pressure of the condenser it flashes to vapor. The two sources of refrigerant vapor combine and condense to liquid as they are cooled by the condenser water. The liquid then flows down to the evaporator.

### 3-5- Evaporator

Refrigerant liquid from the condenser passes through a metering valve and flows down to the refrigerant pump, where it is pumped up to the top of the evaporator. Here the liquid is sprayed out as a fine mist over the evaporator tubes. Due to the extreme vacuum (6 mm hg) in the evaporator, some of the refrigerant liquid vaporizes, creating the refrigerant effect. (this vacuum is created by hydroscopic action the strong affinity lithium bromide has for water- in the absorber directly below).
The refrigerant effect cools the returning system chilled water in the evaporator tubes. The refrigerant liquid/vapor picks up the heat of the returning chilled water, cooling it from 12 c to 6 c. The chilled water is then supplied back to the system.

### 3-6- Absorber

As the refrigerant liquid/vapor descends to the absorber from the evaporator, a concentratde solution coming from the heat exchanger is sprayed out into the flow of descending refrigerant.
The hydroscopic action between lithium bromide and water and the related changes in concentration and temperature result in the creation of an extreme vacuum in the evaporator directly above. The dissolving of the lithium bromide in water gives off heat, which is removed by condenser water entering from the cooling tower at 32 c and heaving for the condenser at 37 c. The resultant dilute lithium bromide solution collects in the bottom of the absorber, where it flows down to the solution pump.
The chilling cycle is now completed and begins again at step 1.




## FLOW DIAGRAM TWO STAGE DIRECT FIRED ABSORPTION CHILLER

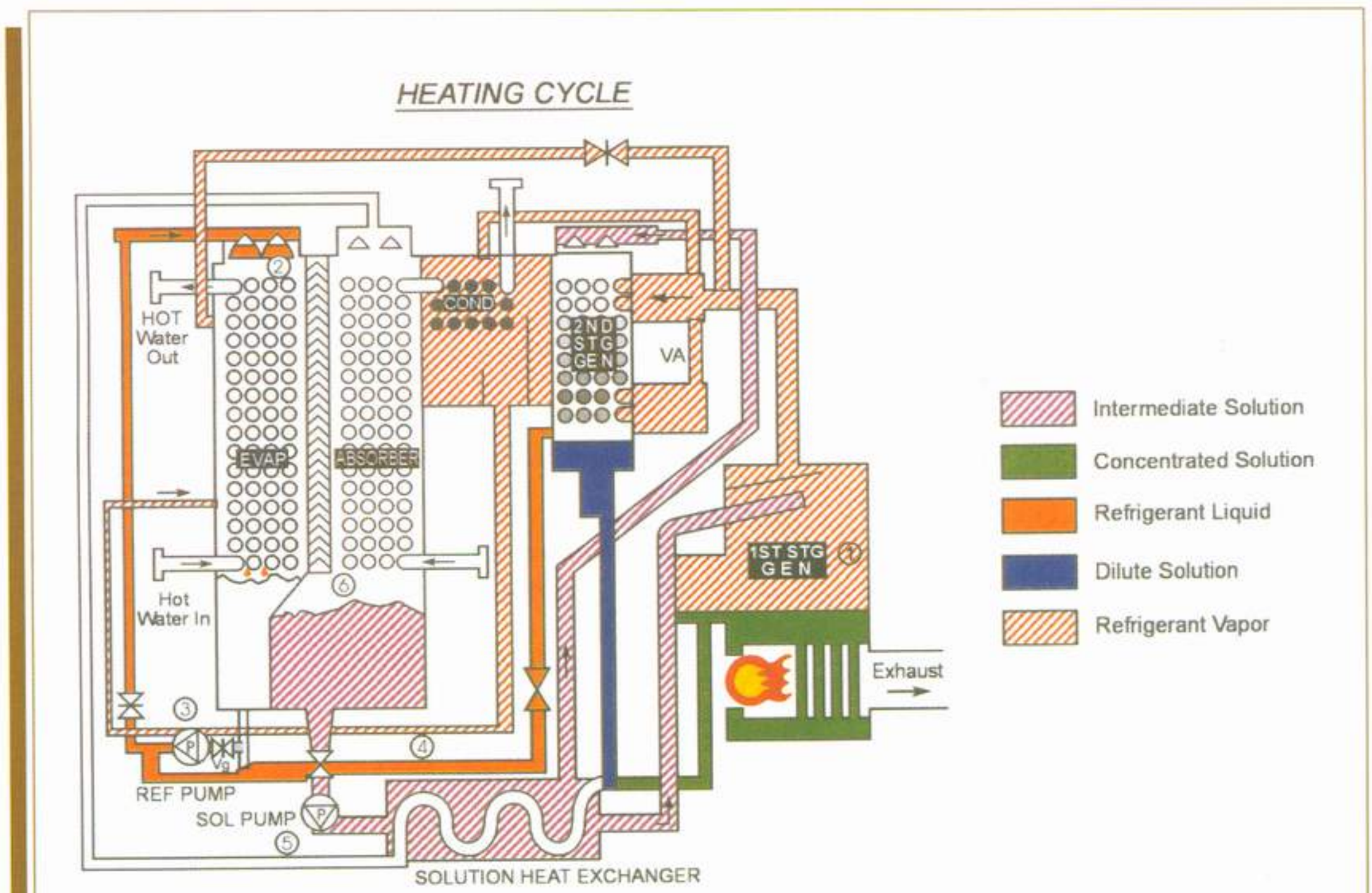
## 4- HEATING CYCLE

The three steps in the heating cycle are summarized in the diagram above. Paragraph numbers to the right refer to the steps in the process; corresponding numbers in the diagram show where each step takes place.

1. Dilute lithium bromide solution is heated by the energy source in the first-stage generator. This drives off refrigerant vapor and leaves concentrated solution.

2. The hot refrigerant vapor gives up its heat to the system hot water exchanger and condenses to liquid as the heat is removed.

3. The condensed refrigerant liquid returns to the first-stage generator and the cycle begins again.




**FLOW DIAGRAM TWO STAGE DIRECT FIRED ABSORPTION CHILLER**

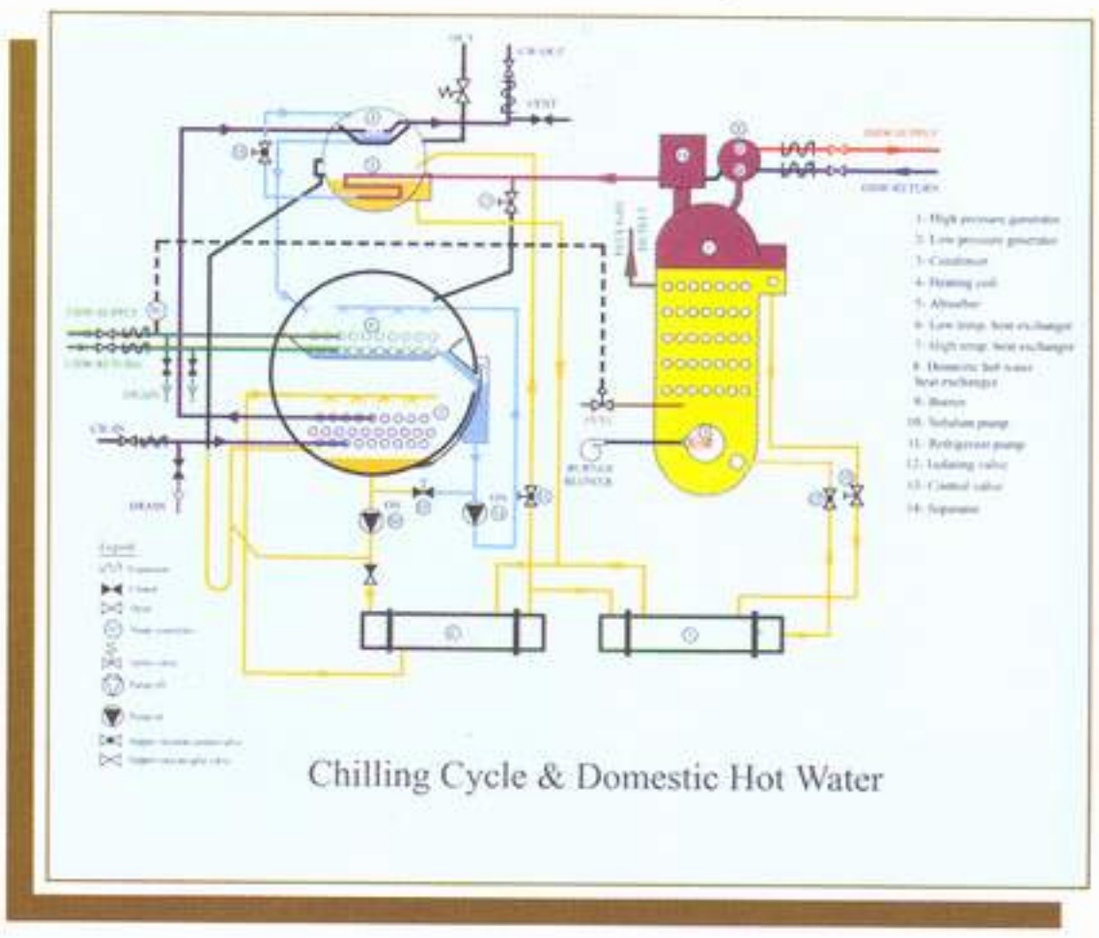
## 5- CHILLER-HEATERS

Whereas, the refrigeration, heating and sanitary hot water could be prepared by chiller-heaters, therefore three equipment in mechanical room shall be merged in one equipment that is chiller-heater. Consequently, the mechanical room area shall be reduced to half of conventional system
Whereas, the double effect absorption chiller type, therefore, is a reduction of 30 percent in thermal energy consumption will be occurred.
Whereas, the cooling coil (evaporator) in summer and the heating coil in winter shall be the same coil, therefore, during the change of the season no preparation of the piping system shall be required, in contrary to the conventional system.
Where as, the boiler, the chiller, and sanitary water heating coil are merged, the length of pipes and the number of valves and fittings in mechanical room shall be reduced.
Whereas the boiler and chiller are merged, their electrical panel shall be merged and the length of cables, the number of control panel in mechanical room shall be reduced.

## 6-DESCRIPTION OF CHILLER-HEATERS OPERATION IN COOLING, HEATING AND DOMESTIC HOT WATER MODES

### 6-1- operation in cooling mode (along with domestic hot water supply)

The Li Br diluted solution, after passing trough the exchangers, enters into the high temperature generator. The combustion will be taken place in the furnace and the heat released will heat the diluted solution with the flue gas of up to the temperature of 1400 c. In this condition the diluted solution will boil and gives out the vapor. The vapor produced, after passing through the separators, will enter into the tubes of low temperature generator. Here, the vapor shall be transformed into liquid and the heat released shall heat the diluted solution. Thereby, the diluted solution, shall boil and gives out vapor. The condensate produced at the outlet lf low temperature generator and the vapor produced in the low temperature generator, shall enter into tie condenser. The liquid produced in the condenser, shall enter into the evaporator space and as the pressure here is (6mmhga). Therefore, the water liquid shall be evaporated and absorbs the heat of chilled water circulating inside the evaporator tubes and its temperature shall be reduced to about $7^{o}$ C.
On the other hand, the strong solution produced in the generators, after going through the heat exchangers, shall enter into the absorber and shall absorb the vapor produced in the evaporator. The diluted solution produced hereby, after going through the heat exchangers shall be send back to the generators, and the cycle shall be repeated again and again.



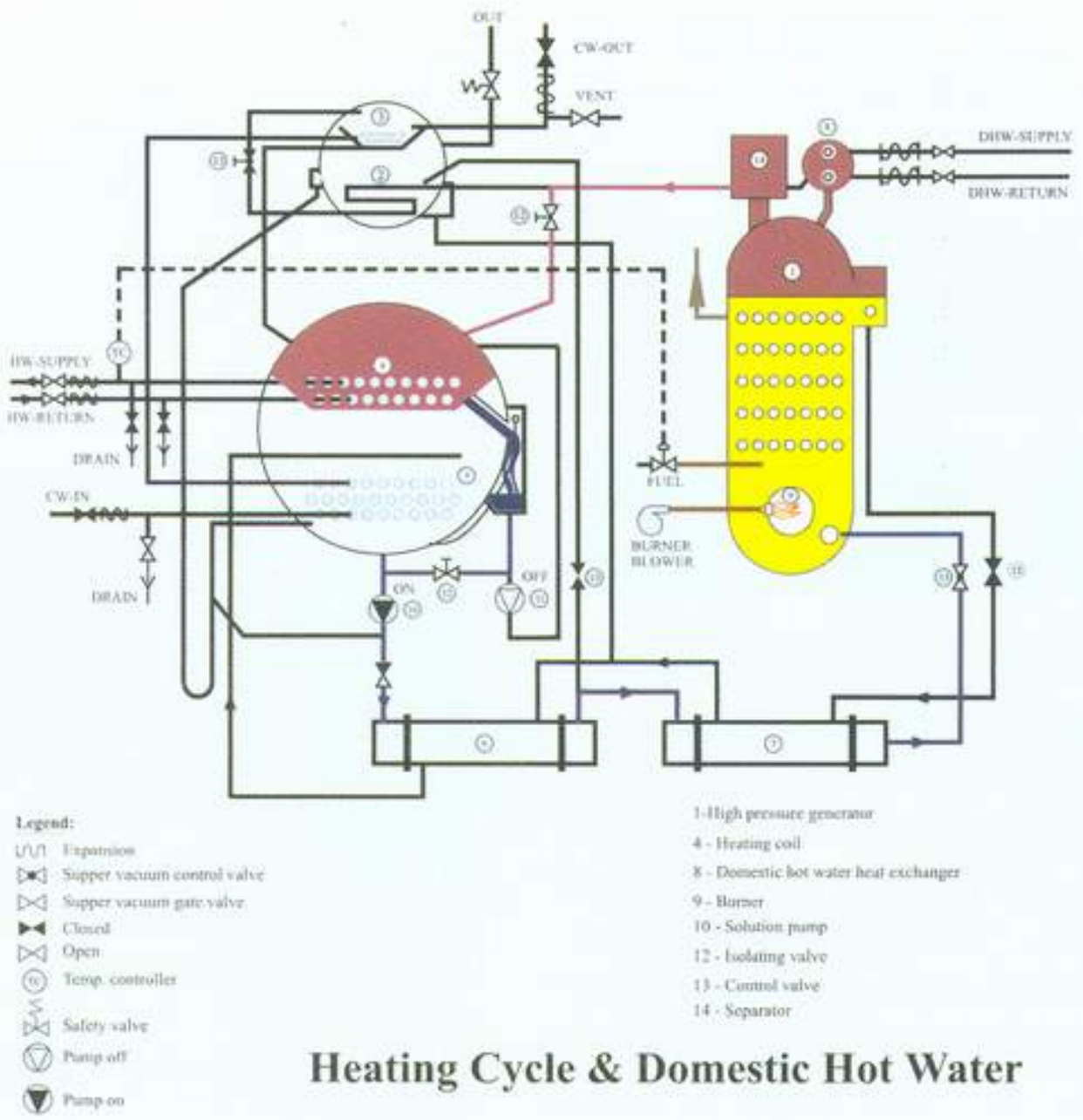
Chilling Cycle & Domestic Hot Water

## 6-2- operation in heating mode along with domestic hot water supply

In the heating mode, only the high temperature generator and evaporator coil and heat exchangers shall be in operation and other subsystem such as low temperature generator, absorber and condenser shall not carry out any functions. The solution in the high temperature generator shall be heated to such a temperature that give off the vapor. The vapor produced as such, shall enter into the evaporator coil space and shall be liquefied. Therefore, the thermal energy released, shall increase the temperature of the water circulating inside the tubes. The liquid water produced shall be poured in the absorber and shall be mixed with the liquid present in the absorber and the solution produced as such, shall be send back towards the high temperatures generator and the cycle shall go on continuously. During the heating mode, the high temperature generator shall be operating similar to a vacuum boiler. In case the temperature of
outlet hot water to be around 65 c, the pressure in the generator shall be about 400 mmhg. In this situation, the solution temperature shall be about 110 c and the flue gas temperature shall be 160 c. In the heating mode, the warm water temperature shall be at most 95 c.

## 6-3- operation in domestic hot water supply mode

While the machine is neither in cooling nor in heating mode, the chiller-heater shall provide the building with the domestic hot-water for sanitary system.
In this case, only, the high temperature generator shall be in operation.




**Heating Cycle & Domestic Hot Water**

## 7- BENEFITS

**Utilizes natural gas energy instead of electricity for cooling and heating, all in one self contained unit.**

- Energy efficiency: utilizes clean burning gas energy, making it extremely efficient and cost effective
- Cooling & heating, both in one unit.
- Multiple functions: various models to choose from one master outdoor unit serve up to 3 indoor units, greatly reducing electrical consumption, exceeding governmental energy guidelines and making it a valuable environmental friendly device.
- Offsets electricity supply shortages in peak seasons by utilizing a more cost-effective gas technology.
- Environment friendly: does not use ozone depleting Freon gas.
- Incorporates a patented germicidal indoor air handling units for a cleaner and refreshing air delivery.

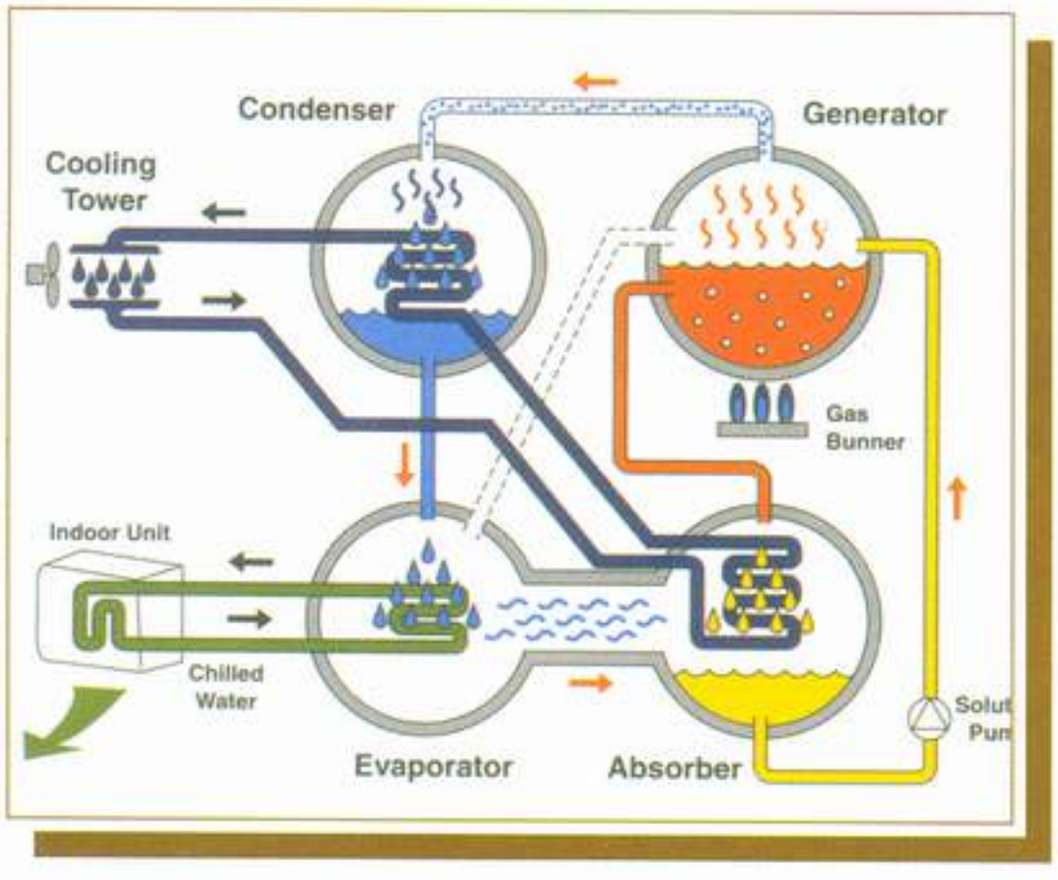
**System features**

- Remote controlled operations of cooling & heating functions.
- Cooling & heating, both utilizing natural gas energy.
- Promotes a more efficient and reliable energy consumption by a proportional control.
- Stainless steel components with strong internal structural design.
- Single-body internal design.
- Incorporates an internal cooling tower system.
- Extremely quiet operations.
(specially designed to curb noise emission better than a conventional air conditioner)
- Incorporates an internal cold/hot water pump design.
- Cooling tower, cooling fan, solution pump, burner all self controlled to current load conditions.
- Installation time has been greatly improved over previous absorption chiller models.
- Produces a refreshing natural cool air with chiller water at temperatures of 6.6 $^{o}$ F

# 8- OPERATING DIAGRAM

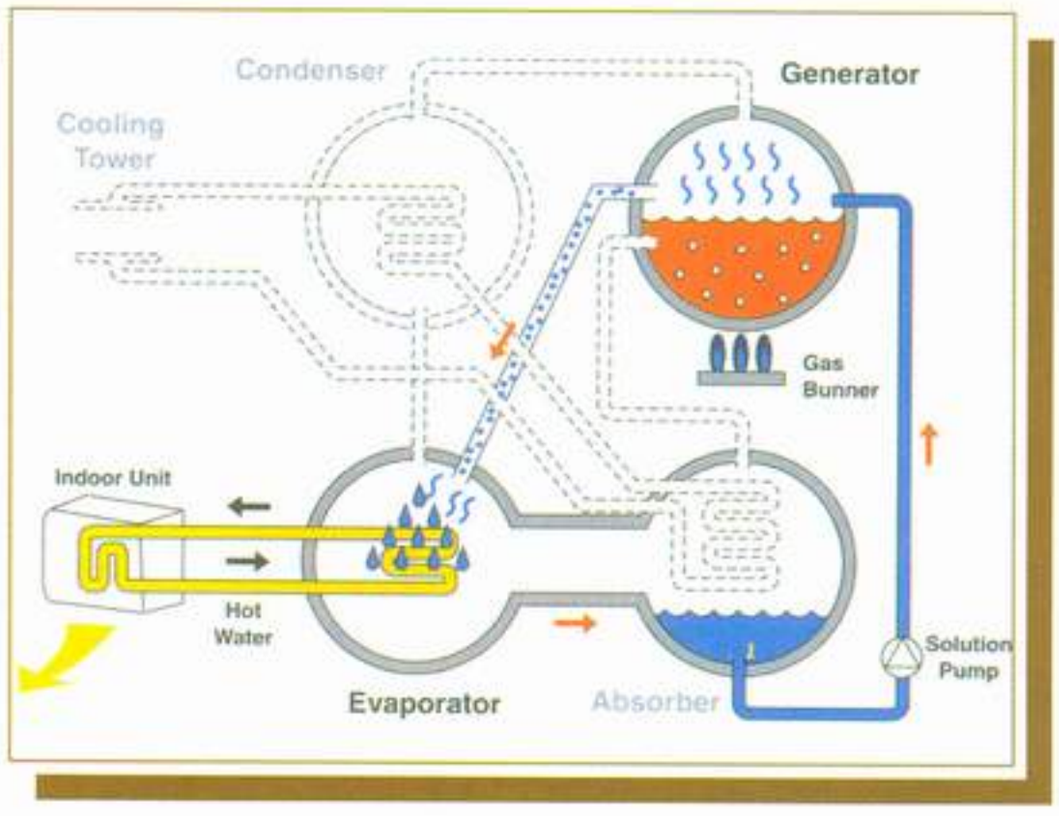
## 8-1- Cooling operations

- refrigerant: water, solution: libr
- utilizes the evapoation of water in low pressure and low temperature
- chilled water, inside of tube, is cooled by evaporation latent heat and supplied to indoor unit
- evaporated water vapor is absorbed into solution of absorber
- water vapor from generator is condensed by cooling water
- condensation heat and absorption heat are rejected by cooling water
- diluted solution moves to generator and is concentrated by gas burner.




## 8-2- Heating operation

- hot water is generated in tube inside of evaporator.
- hot water is heated by water vapor generated in generator
- hot water is supplied into indoor unit



# 9 - INSTALLATION & HEATING INFORMATION

## 1. Outdoor installation

Residential chiller unit was designed for outdoor installation. For indoor installation, please, refer to the "indoor installation" manual for proper installation instructions. Install in a well ventilated area.

## 2. Gas & electricity connections

Before installing the outdoor unit, please confirm both gas and electric line connections with unit's labels.

## 3. Location

Do not install near fire hazards and accelerants, such as gasoline, ammonia, paint thinners, acids, etc. Install in a well ventilated area. Malfunctions and flucuation in performance is possible if installed in an enclosed area.

## 4. Installation area requirement

Outdoor unit must have sufficient space on all sides, refer to below diagram.

## 5. Handling

Do not tilt the unit by more than 30 degrees while transporting. Unit may not start properly if the internal solutions are shifted from their proper chambers.